

**ANALISA PENGARUH KECEPATAN PENGADUKAN DAN SUHU
TUANG PADA AMC *REMELTING* PISTON DENGAN METODE *STIR*
CASTING TERHADAP KEKERASAN DAN KONDUKTIVITAS TERMAL**

SKRIPSI

Diajukan sebagai salah satu syarat
untuk memperoleh gelar
Sarjana Teknik



Oleh:

TAHTA PRAMUDITA

I14142023

**FAKULTAS TEKNIK
JURUSAN TEKNIK MESIN
FAKULTAS TEKNIK UNIVERSITAS SEBELAS MARET
SURAKARTA
2017**



KEMENTERIAN RISET TEKNOLOGI DAN PENDIDIKAN TINGGI
UNIVERSITAS SEBELAS MARET - FAKULTAS TEKNIK
PROGRAM STUDI S1 TRANSFER TEKNIK MESIN

Jl Ir Sutami No. 36A Ketingan Surakarta Telp. 0271 632163 web: mesin.ft.uns.ac.id

**SURAT TUGAS PEMBIMBING DAN PENGUJI TUGAS AKHIR
PROGRAM SARJANA TEKNIK MESIN UNS**

Program Studi : **S1 Transfer Teknik Mesin**

Nomor : **0803/TA/S1/03/2017**

Nama : **TAHTA PRAMUDITA**
NIM : **I14142023**
Bidang : **Ilmu Bahan**
Pembimbing 1 : **TEGUH TRIYONO, ST MEng/197104301998021001**
Pembimbing 2 : **Dr. EKO SUROJO., ST,MT/196904112000031006**

Penguji : **1. DODY ARIAWAN, ST, MT, PhD/ 197308041999031003**
2. Dr. TRIYONO, ST., MT./ 197406251999031002

Mata Kuliah Pendukung

- 1. TEKNOLOGI PENGECORAN(MS04013-15)**
- 2. TEKNOLOGI PENGELASAN(MS04033-15)**
- 3. TEKNOLOGI DAN PROSES PERMESINAN(MS73073-15)**

Judul Tugas Akhir

**"ANALISA PENGARUH KECEPATAN PENGADUKAN DAN
SUHU TUANG PADA AMC REMELTING PISTON DENGAN
METODE STIR CASTING TERHADAP KEKERASAN DAN
KONDUKTIVITAS TERMAL "**



Surakarta, **2017-03-02 18:38:27**
Kepala Program Studi S1 Teknik Mesin,

DR. ENG. SYAMSUL HADI, ST, MT
NIP. 197106151998021002

Tembusan :

1. Mahasiswa ybs.
2. Dosen Pembimbing TA ybs.
3. Koordinator TA.
4. Arsip.

PERNYATAAN INTEGRITAS PENULIS

Dengan ini saya menyatakan bahwa sesungguhnya dalam skripsi ini tidak terdapat karya yang pernah diajukan untuk memperoleh gelar kesarjanaan di suatu perguruan tinggi dan sepengetahuan saya juga, tidak terdapat karya atau pendapat yang pernah ditulis atau diterbitkan oleh orang lain, kecuali tertulis diacu dalam naskah ini dan disebutkan dalam daftar pustaka. Jika terdapat hal-hal yang tidak sesuai dengan ini, maka saya bersedia dikenai sanksi sesuai dengan peraturan yang berlaku.

Surakarta, November 2017

Tahta Pramudita

**ANALISA PENGARUH KECEPATAN PENGADUKAN DAN SUHU TUANG
PADA AMC REMELTING PISTON DENGAN METODE STIR CASTING
TERHADAP KEKERASAN DAN KONDUKTIVITAS TERMAL**

Disusun Oleh

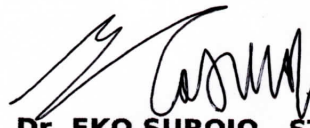
TAHTA PRAMUDITA
NIM : **114142023**

Dosen Pembimbing 1



TEGUH TRIYONO, ST MEng
NIP. **197104301998021001**

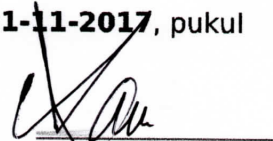
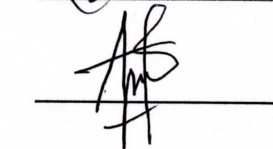
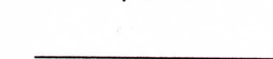
Dosen Pembimbing 2



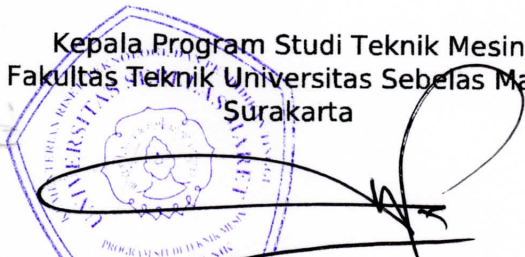
Dr. EKO SUROJO., ST,MT
NIP. **196904112000031006**

Telah dipertahankan di depan Tim Dosen Penguji pada tanggal **21-11-2017**, pukul **10:00:00**, bertempat di **M.101, Gd.1 FT-UNS**.

1. DODY ARIAWAN, ST, MT, PhD
197308041999031003
2. Dr. TRIYONO, ST., MT.
197406251999031002
- 3.

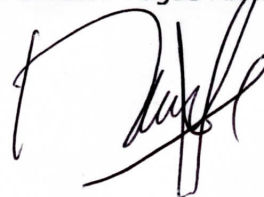




Kepala Program Studi Teknik Mesin
Fakultas Teknik Universitas Sebelas Maret
Surakarta



DR ENG. SYAMSUL HADI, ST,MT
NIP. **197106151998021002**

Koordinator Tugas Akhir



DR. NURUL MUHAYAT, ST,MT
NIP. **197003231998021001**

**ANALISA PENGARUH KECEPATAN PENGADUKAN DAN SUHU
TUANG PADA AMC *RE MELTING* PISTON DENGAN METODE *STIR*
CASTING TERHADAP KEKERASAN DAN KONDUKTIVITAS TERMAL**

Tahta Pramudita
Program Studi Teknik Mesin, Fakultas Teknik, Universitas Sebelas Maret
Surakarta

E-mail : tpramudita@gmail.com

Abstrak

Aluminium matrix composite (AMC) dengan metode *stir casting* biasa digunakan dengan tujuan untuk menciptakan material baru dengan karakteristik dan sifat yang lebih baik dari pada material sebelumnya. Tujuan dari penelitian ini adalah untuk mengetahui pengaruh kecepatan pengadukan dan suhu penuangan terhadap kekerasan dan konduktivitas termal pada komposit matrik aluminium berpenguat pasir silika dengan bahan tambah magnesium. Penelitian ini menggunakan fraksi volume pasir silika sebesar 9% (200 mesh) dan menambahkan magnesium dengan fraksi volume 2,5%. Variasi kecepatan pengadukan digunakan 300, 400, dan 500 rpm selama 5 menit dengan suhu pengadukan 650°C. Variasi suhu penuangan menggunakan 700°C, 725°C, dan 750°C. Berdasarkan hasil pengujian kekerasan dan konduktivitas termal yang telah dilakukan dapat disimpulkan bahwa variasi parameter terbaik terdapat pada kecepatan pengadukan 400 rpm dengan temperatur penuangan 725°C (96,8 BHN; 34,1 W/mK).

Kata kunci : AMC, *Remelting*, Piston, Pasir Silika, *Stir Casting*.

**ANALYSIS THE EFFECT OF STIRRING SPEED AND POURING
TEMPERATURE ON AMC REMELTING PISTON WITH STIR CASTING
METHOD ON HARDNESS AND THERMAL CONDUCTIVITY**

Tahta Pramudita

Program Studi Teknik Mesin, Fakultas Teknik, Universitas Sebelas Maret
Surakarta

E-mail : tpramudita@gmail.com

Abstract

*Aluminum matrix composite (AMC) with stir casting method is used to make better new material characteristic and properties than the previous material. The purpose of this research is to know the effect of stirring speed and pouring temperature to hardness and thermal conductivity of aluminum matrix composite reinforced silica sand with magnesium. **The specimen of AMC is made** 9% volume fraction of silica sand (200 mesh) and 2.5% volume fraction of magnesium. Experiments were carried out at stirring speed of 300, 400, and 500 rpm for 5 minutes with 650°C stirring temperature. The variation of pouring temperature are used 700°C, 725°C, and 750°C. Based on the result of hardness testing and thermal conductivity, it can be concluded that the best parameter variation is found in 400 rpm stirring speed with 725°C casting temperature (96,8 BHN;34,1 W/mK).*

Keywords : AMC, Remelting, Piston, Silica Sand, Stir Casting.

KATA PENGANTAR

Puji syukur kehadiran Tuhan Yang Maha Esa yang telah memberikan rahmat dan karunia-Nya, sehingga penulis dapat menyelesaikan skripsi ini. Adapun tujuan penulisan skripsi ini adalah untuk memenuhi sebagian persyaratan guna mencapai gelar sarjana teknik di Teknik Mesin Fakultas Teknik Universitas Sebelas Maret Surakarta.

Penulis mengucapkan terima kasih yang sangat mendalam kepada semua pihak yang telah berpartisipasi dalam penelitian dan penulisan skripsi ini, khususnya kepada:

1. Bapak, ibu dan keluarga tercinta atas segala dukungan, doa dan bimbingan sehingga penulis bisa menyelesaikan tugas akhir ini.
2. Bapak Teguh Triyono, ST., MEng dan Bapak Dr. Eko Surojo, ST., MT selaku dosen pembimbing yang telah memberikan arahan dan masukan selama penyusunan skripsi ini.
3. Bapak Dr. Eng. Syamsul Hadi, ST., MT selaku Ketua Jurusan Teknik Mesin Fakultas Teknik UNS.
4. Bapak Dody Ariawan, ST., MT., PhD dan Bapak Dr. Triyono, ST., MT, selaku dosen penguji.
5. Bapak Wibowo, ST., MT selaku dosen pembimbing akademik.
6. Seluruh dosen Teknik Mesin FT UNS yang telah memberikan ilmu pengetahuan dan mengembangkan pikiran penulis.
7. Teman-teman Teknik Mesin FT UNS yang telah memberikan dukungan dan motivasi dalam menyelesaikan skripsi ini.
8. Serta semua pihak yang tidak dapat disebutkan satu persatu, atas bantuan dan dorongan semangat serta do'anya. Terima kasih, semoga Allah SWT membalas budi baik anda semuanya.

Penulis menyadari, bahwa dalam skripsi ini masih terdapat banyak kekurangan. Oleh karena itu, bila ada saran, koreksi dan kritik demi kesempurnaan skripsi ini, akan penulis terima dengan ikhlas dan dengan ucapan terima kasih.

Dengan segala keterbatasan yang ada, penulis berharap skripsi ini dapat digunakan sebagaimana mestinya.

Surakarta, November 2017

Penulis

DAFTAR ISI

Abstrak	v
Kata Pengantar	vii
Daftar Isi.....	ix
Daftar Tabel	xi
Daftar Gambar.....	xii
Daftar Lampiran	xiii
BAB I. PENDAHULUAN	1
1.1. Latar Belakang	1
1.2. Perumusan Masalah.....	2
1.3. Batasan Masalah.....	3
1.4. Tujuan Penelitian.....	3
1.5. Manfaat Penelitian.....	4
1.6. Sistematika Penulisan.....	4
BAB II. LANDASAN TEORI	5
2.1. Tinjauan Pustaka	5
2.2. Dasar Teori.....	6
2.2.1 Piston	6
2.2.2 <i>Remelting</i>	7
2.2.3 <i>Metal Matrix Composites</i> (MMC)	7
2.2.4 <i>Aluminium Matrix Composites</i> (AMC)	8
2.2.5 Bahan Penyusun <i>Aluminium Matrix Composites</i> (AMC)....	9
A. Aluminium	9
B. Silika (SiO_2)	11
C. Magnesium.....	12
2.3. Fabrikasi <i>Metal Matrix Composites</i> (MMC)	12
2.3.1 <i>Solid State Process</i> / Metalurgi Serbuk	12
2.3.2 <i>Liquid State Process</i> / <i>Stir casting</i>	13
2.4. Pengujian Spesimen MMC	15
2.4.1 Pengujian Kekerasan	15
2.4.2 Pengujian Konduktivitas Termal	16
2.4.3 Pengujian Metalografi	18
BAB III. METODOLOGI PERENCANAAN	19
3.1. Tempat Penelitian.....	19
3.2. Bahan Penelitian.....	19
A. Piston Bekas	19
B. Pasir Silika (SiO_2).....	20
C. Serbuk Magnesium	20
3.3. Alat Penelitian	21
3.3.1. Alat Fabrikasi Komposit.....	21
A. Peralatan Stir Casting.....	21
B. Cetakan Permanen.....	21

C. Timbangan Digital	22
D. Ayakan	22
E. Gergaji Besi.....	23
F. Amplas	23
3.3.2. Alat Karakterisasi Komposit.....	23
A. Alat Uji Konduktivitas Termal	23
B. Alat Uji Kekerasan.....	24
C. Alat Uji Makro	24
D. Alat Uji Mikro.....	25
3.4. Proses Fabrikasi Komposit.....	25
3.5. Karakterisasi Komposit	26
3.5.1. Pengujian Kekerasan	26
3.5.2. Pengujian Konduktivitas Termal	27
3.5.3. Pengujian Makro.....	29
3.5.4. Pengujian Mikro	30
3.6. Diagram Alir Penelitian	31
BAB IV. HASIL DAN PEMBAHASAN	32
4.1 Pengujian Struktur Mikro	32
4.2 Pengujian Kekerasan Brinell.....	34
4.3 Pengujian Konduktivitas Termal.....	35
BAB V. PENUTUP.....	38
5.1 Kesimpulan.....	38
5.2 Saran.....	38
DAFTAR PUSTAKA	39
LAMPIRAN.....	43

DAFTAR TABEL

Tabel 2.1	Data sifat fisik dan mekanik aluminium	9
Tabel 2.2	Daftar seri paduan aluminium tempa	10
Tabel 2.3	Daftar seri paduan aluminium tuang	10
Tabel 2.4	Sifat fisik dan mekanik SiO ₂	12
Tabel 2.5	Sifat fisik dan mekanik magnesium	12
Tabel 2.6	Diameter bola baja untuk pengukuran kekerasan Brinell dan beban	16
Tabel 3.1	Komposisi material <i>remelting</i> piston bekas	20
Tabel 3.2	Skema penyajian spesimen	26

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1	Piston rusak	7
Gambar 2.2	Klasifikasi material komposit dengan logam sebagai matriknya	8
Gambar 2.3	Tiga bentuk dari <i>metal matrix composites</i>	8
Gambar 2.4	(a) Diagram fasa Al-Si; (b) Struktur mikro <i>hypoeutectic</i> (1,65-12,6 wt% Si); (c) Struktur mikro <i>eutectic</i> (12,6 wt% Si); (d) Struktur mikro <i>hypereutectic</i> (>12,6 wt% Si)	11
Gambar 2.5	Tetrahedron silika-oksigen	12
Gambar 2.6	Penataan silikon dan oksigen atom dalam satuan sel kristobalit, polimorf dari SiO ₂	12
Gambar 2.7	Skema <i>stir casting</i>	14
Gambar 2.8	Skema proses <i>stir casting</i>	15
Gambar 2.9	Skema pengujian kekerasan Brinell	16
Gambar 2.10	Plot perubahan temperatur dengan ketebalan.....	17
Gambar 3.1	Piston bekas.....	19
Gambar 3.2	Serbuk pasir silika	20
Gambar 3.3	Serbuk magnesium	20
Gambar 3.4	Peralatan <i>stir casting</i>	21
Gambar 3.5	Cetakan permanen	22
Gambar 3.6	Timbangan digital	22
Gambar 3.7	a) <i>Mesh</i> 200 b) <i>Mesh</i> 270	22
Gambar 3.8	Gergaji besi	23
Gambar 3.9	Amplas	23
Gambar 3.10	Alat uji konduktivitas termal.....	24
Gambar 3.11	Alat uji kekerasan Brinell.....	24
Gambar 3.12	Mikroskop Makro <i>Olympus Stereo Microscope SZX 7</i>	24
Gambar 3.13	Mikroskop optik mikro <i>Euromex</i>	25
Gambar 3.14	Skema alat uji konduktivitas termal.....	27
Gambar 3.15	Segmentasi pada proses pengukuran.....	27
Gambar 3.16	Spesimen konduktivitas termal a) Tebal 4 mm b) Tebal 2 mm	28
Gambar 3.17	Diagram alir penelitian.....	31
Gambar 4.1	Struktur mikro komposit	33
Gambar 4.2	Grafik nilai rata-rata kekerasan Brinell.....	34
Gambar 4.3	Grafik nilai konduktivitas termal	36
Gambar 4.4	Foto makro spesimen konduktivitas termal	37

DAFTAR LAMPIRAN

- Lampiran 1. Hasil uji spektro metri *remelting* piston bekas
- Lampiran 2. Sifat fisik dan mekanik piston standar MAHLE
- Lampiran 3. Alat *stir casting*
- Lampiran 4. Inverter sebagai pengatur putaran pengadukan
- Lampiran 5. Remelting piston bekas sebagai matrik
- Lampiran 6. Pasir silika sebagai penguat
- Lampiran 7. Serbuk magnesium sebagai *wettability*
- Lampiran 8. Pengujian kekerasan
- Lampiran 9. Pengujian konduktivitas termal
- Lampiran 10. Perhitungan komposisi komposit
- Lampiran 11. Tabel data pengujian kekerasan Brinell
- Lampiran 12. Perhitungan kekerasan Brinell
- Lampiran 13. Tabel nilai rata-rata kekerasan Brinell
- Lampiran 14. Grafik nilai rata-rata kekerasan Brinell
- Lampiran 15. Tabel data pengujian konduktivitas termal
- Lampiran 16. Perhitungan konduktivitas termal
- Lampiran 17. Hasil perhitungan konduktivitas termal
- Lampiran 18. Grafik rata-rata nilai konduktivitas termal
- Lampiran 19. Foto makro spesimen konduktivitas termal

DAFTAR RUMUS

Persamaan 2.1 Brinel Hardness Number	16
Persamaan 2.2 Laju Perpindahan Panas	16
Persamaan 2.3 Suhu Sampel T_{ai}	17
Persamaan 2.4 Suhu Sampel T_{af}	17
Persamaan 2.5 Suhu Sampel T_{bi}	17
Persamaan 2.6 Suhu Sampel T_{bf}	17
Persamaan 2.7 Selisih Suhu Sampel a dan b (ΔT_a Dan ΔT_b)	17
Persamaan 2.8 Selisih Suhu Untuk Tiap Titik Pengukuran Pada Silinder Standar	18
Persamaan 2.9 Konduktivitas Termal Termasuk Derajat Konduksi Material Uji Serta Ruang Antara Material Uji Dan Silinder Standar	18
Persamaan 2.10 Konduktivitas Termal Potongan Bahan	18
Persamaan 2.11 Konduktivitas Termal Sesungguhnya (W/mK)	18

DAFTAR NOTASI

P	= beban indentasi (kg)
D	= diameter bola baja indenter (mm)
d	= diameter lekukan bekas indentasi (mm)
q	= laju aliran panas (W)
$\frac{\partial T}{\partial x}$	= gradien suhu dala arah x ($\frac{^{\circ}\text{C}}{\text{m}}$)
$T_{1,2,...,10}$	= suhu pada titik 1,2,...,10 ($^{\circ}\text{C}$)
T_a	= suhu sampel a ($^{\circ}\text{C}$)
T_b	= suhu sampel b ($^{\circ}\text{C}$)
T_{ai}	= titik suhu panas masuk pada sampel a ($^{\circ}\text{C}$)
T_{af}	= titik suhu panas keluar pada sampel a ($^{\circ}\text{C}$)
T_{bi}	= titik suhu panas masuk pada sampel b ($^{\circ}\text{C}$)
T_{bf}	= titik suhu panas keluar pada sampel b ($^{\circ}\text{C}$)
ΔT_a	= selisih suhu pada sampel a ($^{\circ}\text{C}$)
ΔT_b	= selisih suhu pada sampel b ($^{\circ}\text{C}$)
ΔT_b	= gradien temperatur pada bahan silinder standar ($^{\circ}\text{C}$)
L_a	= tebal sampel a (mm)
L_b	= tebal sampel b (mm)
λ'_a	= konduktivitas termal dengan melibatkan derajat konduksi dari potongan bahan a ($\text{kcal/cmh}^{\circ}\text{C}$)
λ'_b	= konduktivitas termal dengan melibatkan derajat konduksi dari potongan bahan b ($\text{kcal/cmh}^{\circ}\text{C}$)
λ	= konduktivitas termal dalam satuan ($\text{kcal/cmh}^{\circ}\text{C}$)
λ_n	= konduktivitas termal sesungguhnya dalam satuan (W/mK)